

Abteilung Strahlenschutz
KERNFORSCHUNGSANLAGE JÜLICH
des Landes Nordrhein-Westfalen

UMGEBUNGSÜBERWACHUNG
KERNTECHNISCHER ANLAGEN

von

Kurt Jürgen Vogt

JÜl - 38 - ST

Februar 1962



Berichte der Kernforschungsanlage Jülich – Nr. 38

Abteilung Strahlenschutz Jül – 38 – ST

Dok.: RADIATION PROTECTION - ENVIRONS MONITORING

DK 539.16.08 : 614.7 (43) KFA

Zu beziehen durch: ZENTRALBIBLIOTHEK der Kernforschungsanlage Jülich,
Jülich, Bundesrepublik Deutschland

SONDERDRUCK

*Aus der Abteilung Strahlenschutz
der Kernforschungsanlage Jülich des Landes Nordrhein-Westfalen e.V.*

Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen

KURT JÜRGEN VOGT

1. Aufgaben der Umgebungsüberwachung

Beim Betrieb kerntechnischer Anlagen kommt dem Sicherheitswesen im allgemeinen und dem Strahlenschutz im besonderen eine große Bedeutung zu, da bei einem Unfall nicht nur die Beschäftigten, sondern unter besonders ungünstigen Umständen auch benachbarte Bevölkerungsgruppen durch radioaktive Strahlung betroffen werden können.

Die Notwendigkeit, „Leben, Gesundheit und Sachgüter vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung zu schützen“, hat ihren Niederschlag im „Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und Schutz gegen ihre Gefahren“ („Atomgesetz“) und in der „Ersten Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Strahlen radioaktiver Stoffe“ („Strahlenschutzverordnung“) gefunden, durch die unter anderem eine radioaktive Überwachung der Umgebung kerntechnischer Anlagen vorgeschrieben wird.

Innerhalb der Abt. Strahlenschutz der Kernforschungsanlage Jülich hat das Sachgebiet Umgebungsüberwachung demgemäß die Aufgabe, die von den Reak-

toren und Instituten emittierte Radioaktivität zu kontrollieren. Insbesondere ist dabei die Einhaltung der in der Strahlenschutzverordnung festgelegten höchstzulässigen Dosisbelastungen für Personen und der maximal zulässigen Aktivitätskonzentrationen in Luft und Wasser zu gewährleisten. Darüber hinaus ist durch Überwachung von Boden, Bewuchs und landwirtschaftlichen Produkten sicherzustellen, daß eine gefährliche Kontamination der Nahrungsmittel nicht gegeben ist und die auf dem Wege des Stoffwechsels von der Bevölkerung inkorporierbaren Aktivitäten in jedem Falle unterhalb der international als unschädlich anerkannten Werte bleiben.

2. Herkunft und Verbleib der radioaktiven Emissionen

Im Rahmen eines größeren Kernforschungszentrums muß man damit rechnen, daß mit allen möglichen radioaktiven Nukliden gearbeitet wird. Die Umgebungsüberwachung muß daher in der Lage sein, radioaktive Stoffe jeder Energie und Strahlungsqualität (α -, β -, γ -Strahler) nachzuweisen, die spurenweise beim normalen Betrieb mit den Abgasen oder Abwässern die Anlage verlassen oder durch Unachtsamkeit oder Unfall freigesetzt werden könnten.

Leichter überschaubar sind die Emissionen eines einzelnen kerntechnischen Objekts, etwa eines Reaktors vom Schwimmbadtyp: In den hohen Neutronenflüssen in Kernnähe werden Verunreinigungen und Korrosionsprodukte des Kühlwassers aktiviert, desgleichen entsteht bei der Bestrahlung der im Kühlwasser gelösten oder in den Bestrahlungskanälen befindlichen Luft das radioaktive Edelgas Argon-41. Weitere Kontaminationsmöglichkeiten sind durch die im Reaktor aktivierten Bestrahlungsproben gegeben. Unter bestimmten Voraussetzungen ist auch mit dem Freiwerden von Spaltprodukten oder zumindest Spaltgasen aus den Brennelementen zu rechnen.

Selbstverständlich werden die Abwässer erst nach Durchlaufen einer Entaktivierungsanlage an die Umgebung abgegeben; die Abluft wird gefiltert. Trotzdem ist eine vollständige Dekontamination nicht möglich. Was die Abluft betrifft, werden Gase von den Filtern nicht zurückgehalten, und da die Folgeprodukte der Spaltgase feste Stoffe sind, die sich an den Luftstaub anlagern, können trotz Abluftfilterung in der Umgebung des Reaktors auch radioaktive Aerosole (schwebender Staub) auftreten.

Diese radioaktiven Emissionen werden nicht nur an ihrem Entstehungsort gemessen, sondern ihre Ausbreitung wird kontrolliert, und die durch sie bewirkten Aktivitätskonzentrationen in Luft, Wasser und Boden in der näheren und weiteren Umgebung werden quantitativ und z. T. auch qualitativ bestimmt.

Die gas- und staubförmigen Emissionen können über die durch sie bewirkte Strahlung im Luftraum bzw. über die Radioaktivität der Aerosole nachgewiesen werden. Da der Staub teilweise sedimentiert oder vom Regen ausgewaschen wird,

gibt auch die Aktivität der Niederschläge (Staub und Regen) ein Maß für die Aktivität der Luft. Die besonders gefährlichen langlebigen Nuklide, die im allgemeinen nur in sehr geringer Konzentration freigesetzt werden, können nach ihrer Akkumulation auf dem Erdboden durch die Messung der Aktivität von Boden, Bewuchs und landwirtschaftlichen Produkten erfaßt werden.

Die Wirksamkeit der Maßnahmen, die zum Schutz des Wassers vor radioaktiver Kontamination getroffen sind, läßt sich durch Aktivitätsmessungen im Grund-, Trink- und Oberflächenwasser überprüfen. Messungen des Flußschlammes und der biologischen Objekte im Oberflächenwasser (Pflanzen, Fische) geben über die Anreicherung vornehmlich langlebiger Nuklide Aufschluß.

3. Prinzipien für die Konzeption eines Meßprogrammes

Nachdem mit den obigen Ausführungen die Meßobjekte umrissen worden sind, sollen jetzt einige Richtlinien angegeben werden, nach denen das Meßprogramm für die Umgebungsüberwachung aufzubauen ist.

Den Idealfall stellt ein räumlich, zeitlich und funktionell ausreichend dichtes Überwachungssystem dar. Dabei ist räumliche Dichte selbstverständlich in physikalischem Sinn zu verstehen. So können Luftmeßstationen zur Überwachung des Argon-41 entsprechend der Reichweite der Gammastrahlung Abstände von mehreren hundert Metern haben. Für die Abwasserüberwachung in einem Wasserlauf genügen je ein Probennahmeort unterhalb und oberhalb der Einleitungsstelle. Die zeitliche Kohärenz der Messungen kann durch Anwendung kontinuierlicher Probennahme- und Meßverfahren erreicht werden. Auch zeitlich integrierende Methoden, wie bei den Niederschlags- und Bodenproben, sind ihrem Wesen nach als kontinuierliche Überwachung aufzufassen. Funktionelle oder methodische Lückenlosigkeit ist gegeben, wenn die angewendeten Meßverfahren Aktivitäten jeder Herkunft, Strahlerqualität, Halbwertszeit und Größenordnung, soweit strahlenschutzmäßig belangvoll, zu erfassen gestatten.

Für die optimale Überwachung sind die Meßmethoden demgemäß so auszuwählen, daß sie sowohl für den normalen Betriebsfall als auch für einen sehr unwahrscheinlichen Katastrophenfall geeignet sind, d. h., es müssen viele Größenordnungen erfaßt werden können. Zur Beurteilung der Gefährlichkeit sollen kurzlebige und langlebige Strahler getrennt nachgewiesen werden. Zwischen natürlicher und künstlicher Aktivität soll eine Unterscheidung getroffen werden. Die Messungen sollen kontinuierlich und unverzögert, aber doch möglichst empfindlich sein (empfindliche Messungen setzen im allgemeinen eine verzögernde Anreicherung voraus). α -, β -, γ -Strahler sollen nachgewiesen, die spektrale Verteilung der Energie ermittelt und die Nuklide identifiziert werden.

Da diese sich z. T. gegenseitig ausschließenden Forderungen auch aus Gründen der Aufwendigkeit nicht alle gleichzeitig erfüllt werden können, gilt es, einen

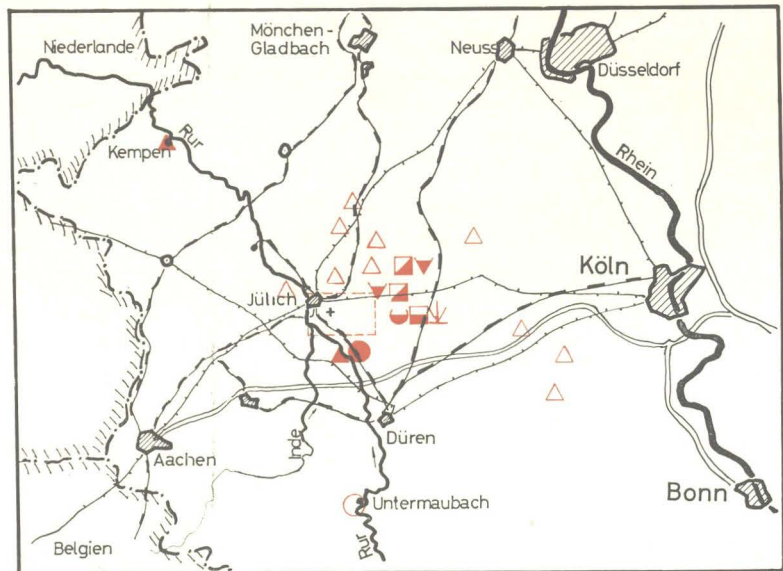


Abb. 1

Übersichtskarte mit Meßstellen in der weiteren Umgebung der Kernforschungsanlage Jülich

- | | | |
|---------------------|---|---------------|
| △ Trinkwasser | ○ Biologische Objekte
im Oberflächenwasser | ✕ Gras |
| ▲ Oberflächenwasser | ■ Ackerboden | ▼ Feldfrüchte |
| ● Schlamm | ■ Weideboden | ◐ Milch |

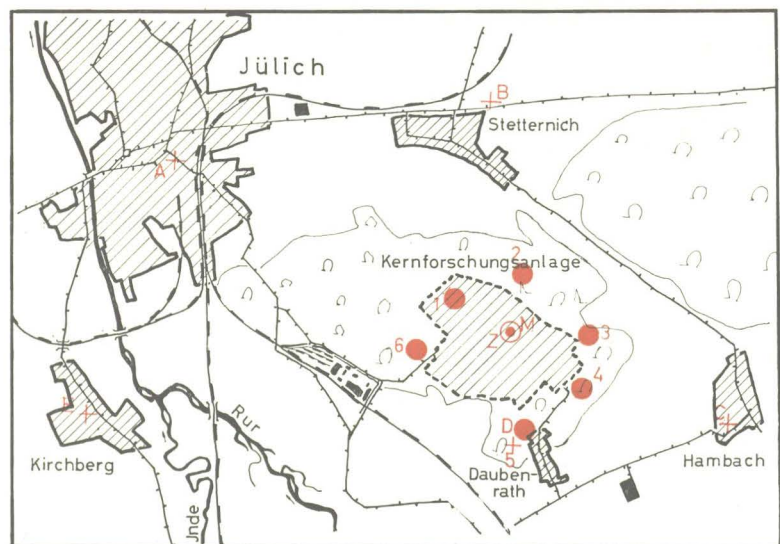


Abb. 2

Überwachung der Luft in der näheren Umgebung der Kernforschungsanlage Jülich

- ⊙ Zentrale Luftüberwachungsstelle Z und meteorologischer Beobachtungsturm M (Strahlung, Aerosole, Niederschläge, meteorologische Daten)
- Innerer Überwachungsring (Meßstelle 1—6) (Strahlung, Aerosole)
- + Äußerer Überwachungsring (Meßstelle A—E) (Strahlung, Niederschläge)

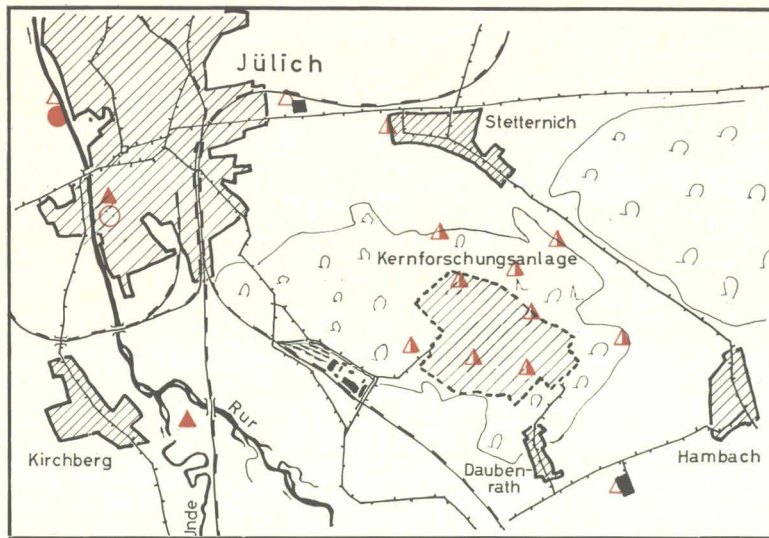


Abb. 3

Überwachung des Wassers in der näheren Umgebung der Kernforschungsanlage Jülich

- | | | |
|---------------|---------------------|--|
| ▲ Grundwasser | ▲ Oberflächenwasser | ○ Biologische Objekte im Oberflächenwasser |
| △ Trinkwasser | ● Schlamm | |

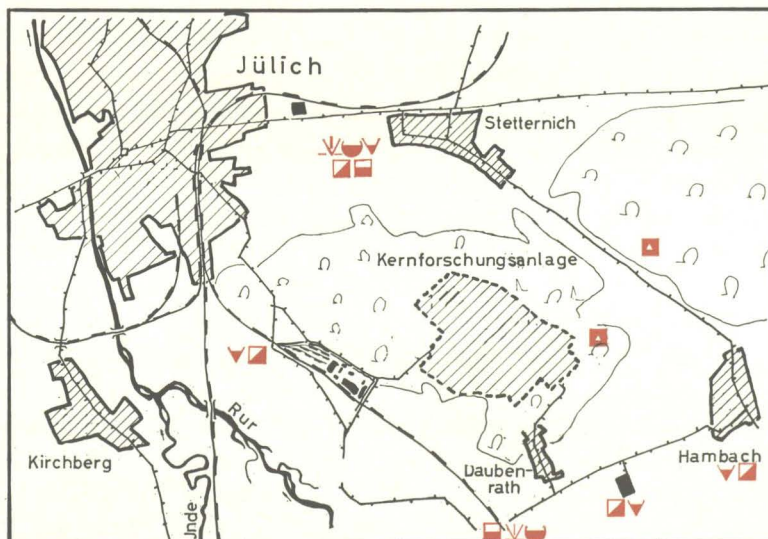


Abb. 4

Überwachung von Boden, Bewuchs und landwirtschaftlichen Produkten in der näheren Umgebung der Kernforschungsanlage Jülich

- | | | |
|--------------|-------------|---------------|
| ■ Ackerboden | ▲ Waldboden | ▼ Feldfrüchte |
| ■ Weideboden | ✱ Gras | ☺ Milch |

physikalisch vernünftigen, wirtschaftlich tragbaren Kompromiß zu finden, der den Sicherheitsansprüchen genügt. Dabei empfiehlt es sich, für die Messungen eine Anzahl charakteristischer und sich ergänzender Meßobjekte auszuwählen und ein abgestuftes Meßverfahrensschema anzuwenden, bei dem aufwendige Analysen im allgemeinen erst eingesetzt werden, wenn im Routinemeßprogramm eine ungewöhnliche Aktivitätserhöhung festgestellt wird.

4. Umgebungsüberwachung der Kernforschungsanlage Jülich

Diesen Grundsätzen entsprechend ergänzen sich im Meßprogramm der Umgebungsüberwachung der Kernforschungsanlage Jülich unempfindlichere Direktmessungen und nach anreichernden Verfahren arbeitende verzögerte Messungen mit großer Empfindlichkeit. So werden etwa in den Luftmeßstationen des „inneren Überwachungsringes“ einerseits Zählrohre als Monitore zur Strahlungskontrolle eingesetzt, deren Meßwerte in die Abt. Strahlenschutz und in eine sog. Kommandozentrale fernübertragen werden, um im Gefahrenfalle durch eine unverzügliche Warnung sofort Maßnahmen zu ermöglichen. Andererseits werden an denselben Stellen kontinuierlich Luftstaubproben gesammelt, deren Gesamtaktivität (allerdings mit einer durch das Verfahren bedingten Verzögerung) sehr genau bestimmt werden kann. Wird bei diesen Messungen eine Erhöhung des normalen Aktivitätspegels festgestellt, so werden neben anderen Ermittlungen die Luftstaubproben nach gammaspektrometrischen oder chemischen Verfahren analysiert und die beteiligten Nuklide identifiziert, um Anhaltspunkte für die Herkunft und Gefährlichkeit der Aktivitäten zu gewinnen.

Die Auswahl der Meßstellen erfolgte u. a. unter Berücksichtigung der örtlichen meteorologischen und hydrologischen Verhältnisse. Über den Umfang des Meßprogramms im einzelnen, der in Übereinstimmung mit den Vorstellungen der Aufsichtsbehörden festzulegen ist, können hier nur stichwortartige Ausführungen gemacht werden:

Luftüberwachung (Abb. 2):

Die zentrale Meßstelle befindet sich im Gebäude der Abt. Strahlenschutz im Forschungsgelände. Auf zwei konzentrischen Kreisen liegen der innere Überwachungsring (in der Zone maximaler Kontamination der bodennahen Luft in ca. 1 km Entfernung von den Emittoren) und der äußere Überwachungsring (in den nächstgelegenen Ortschaften). Weitere Messungen erfolgen in der jeweiligen Abluftfahne durch eine fahrbare Luftmeßstation (Meßwagen). Vervollständigt wird die Luftüberwachung durch eine meteorologische Station, der das Studium der Ausbreitungsvorgänge obliegt und von der aus auch der Meßwagen, entsprechend der Wetterlage (Windrichtung, Windgeschwindigkeit usw.), sprechfunkgesteuert eingesetzt wird.

Wasserüberwachung (Abb. 1 u. 3):

Das Forschungsgelände ist mit einem Netz von Grundwasserpeilrohren überzogen, aus denen regelmäßig Proben entnommen werden. In 11 Wasserwerken und 3 Betrieben wird das Trinkwasser überwacht. 3 kontinuierliche Oberflächenwassermessstellen befinden sich in der Rur, in die die Abwässer der Kernforschungsanlage abgegeben werden. Außerdem werden Schlamm und biologische Objekte aus diesem Wasserlauf untersucht.

Überwachung von Boden, Bewuchs und landwirtschaftlichen Produkten (Abb. 1 u. 4):

An 11 Stellen werden Acker-, Weide- und Waldböden überwacht. Von denselben Probennahmeorten werden Bewuchsproben (Gras, Feldfrüchte) untersucht. Ferner werden Milchproben gemessen.

Im Rahmen dieses Programms wurden 1960 neben den kontinuierlichen Messungen über 3000 unabhängige Einzelmessungen durchgeführt.

An dieser Stelle muß erwähnt werden, daß die Reaktoren und Institute der Kernforschungsanlage Jülich ihre Funktion z. Z. noch nicht aufgenommen haben. Die seit März 1958 von der Abt. Strahlenschutz bisher durchgeführten Messungen hatten ausschließlich die Aufgabe, den sog. radioaktiven Nullpegel, der die überall vorhandene natürliche Radioaktivität und die aus den Atombombenversuchen stammende künstliche Aktivität des radioaktiven Fallout umfaßt, zu ermitteln, bevor radioaktive Emissionen der Anlage den ursprünglichen Kontaminationspegel verändern können.

Diese allgemeine radioaktive Bestandsaufnahme, die nicht nur für die betriebliche Überwachung erforderlich ist, sondern auch der Beweissicherung bei späteren Schadensersatzansprüchen von dritter Seite dienen kann, mußte über einen längeren Zeitraum fortgesetzt werden, um einen zuverlässigen Überblick über die absolute Größe, Herkunft und Qualität der Strahlung zu vermitteln und vor allem die charakteristischen jahreszeitlich, meteorologisch oder durch radioaktiven Fallout bedingten Schwankungen und langfristigen Veränderungen des Nullpegels zu erfassen.

Ein wesentliches Ergebnis dieser Untersuchungen war die Abnahme des Aktivitätspegels nach Einstellung der Atombombenversuche: 12 Monate nach den letzten kerntechnischen Explosionen war z. B. die mittlere Aktivität der Aerosole und Niederschläge um mehr als eine Größenordnung zurückgegangen. (Die Sahara-Versuche im vergangenen Jahr führten nur zu einer kurzfristigen, verhältnismäßig geringfügigen Erhöhung des Aktivitätspegels.) Der verbliebene Rest ist weitgehend natürlicher Herkunft und stellt somit das für den Menschen übliche und daher ungefährliche Strahlungsmilieu dar.

Nachdem die Aufgaben der Nullpegelmessung nunmehr erledigt sind, stehen die Vorbereitungen für die Umgebungsüberwachung im Betriebsfall, der mit dem für Dezember 1961 geplanten Kritischwerden des Reaktors Merlin eintritt, vor dem Abschluß.

Zusammenfassung

Beim Betrieb kerntechnischer Anlagen kommt der radioaktiven Umgebungsüberwachung eine große Bedeutung zu.

In der vorliegenden Arbeit werden allgemeine Richtlinien für ein optimales Überwachungssystem entwickelt, das geeignet sein soll, die Einhaltung der Bestimmungen der Strahlenschutzverordnung zu kontrollieren und über den radioaktiven Zustand der Umwelt lückenlos Auskunft zu geben.

Am Beispiel der Kernforschungsanlage Jülich wird ein Meßprogramm dargestellt, in dem diese Prinzipien weitgehend verwirklicht worden sind.

Summary

Monitoring the environment of nuclear-technical installations

Great significance in the operation of nuclear-technical installations is due to the monitoring of the environmental radioactivity. The article offers general outlines for an optimum monitoring system, which is able to control the adherence to official directives issued for radiation protection and to indicate the radioactive state of the environment. Using the nuclear research installation Jülich as an example, the author presents a monitoring program, which utilizes these principles to a wide extent.

Résumé

Surveillance de l'entourage des installations nucléo-industrielles

Dans l'exploitation des installations nucléo-industrielles, une grande importance revient à la surveillance de la radio-activité de l'entourage. L'auteur développe des directives générales pour établir un système optimum de surveillance, qui serait en mesure de contrôler l'observation des spécifications relatives à la protection contre les radiations ionisantes et de fournir des renseignements complets sur l'état de radio-activité de l'entourage. Utilisant l'exemple de l'installation de recherche nucléaire de Jülich, il présente un programme de mesure dans lequel ces principes sont largement mis en application.